

PAT-NO: JP02000195014A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000195014 A

TITLE: FABRICATION METHOD OF THIN FILM MAGNETIC HEAD

PUBN-DATE: July 14, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHOJI, SHIGERU	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
YAMAHA CORP	N/A

APPL-NO: JP10367595

APPL-DATE: December 24, 1998

INT-CL (IPC): G11B005/31

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve precision of a throat height.

SOLUTION: A first insulator 19 is formed to have a predetermined shape on a layered structure composed of a lower core 17 and a writing gap film 18, and a plating underlying film 20 is deposited on a top surface thereof. A resist 21 is then formed over the existing structure except for portions corresponding to a coil pattern to be formed as well as a region AR including a portion P that corresponds to an end periphery of the first insulator 19 and functions to later determine a throat height. A copper plating process is then performed to form a coil 22 and a covering member 30. Thereafter, a plasma etching process is performed to remove the plating underlying film 20. During this process, the position of the end periphery P of the first insulator 19 does not change since the region AR is covered by the covering member 30. Thus, it becomes possible to fabricate a thin film magnetic head having a predetermined throat height in the succeeding polishing process.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-195014
(P2000-195014A)

(43)公開日 平成12年7月14日(2000.7.14)

(51)Int.Cl.⁷

G 1 1 B 5/31

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31

テマコード^{*}(参考)

F 5 D 0 3 3

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 13 頁)

(21)出願番号

特願平10-367595

(22)出願日

平成10年12月24日(1998.12.24)

(71)出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72)発明者 庄司 茂

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式
会社内

(74)代理人 100064724

弁理士 長谷 照一 (外3名)

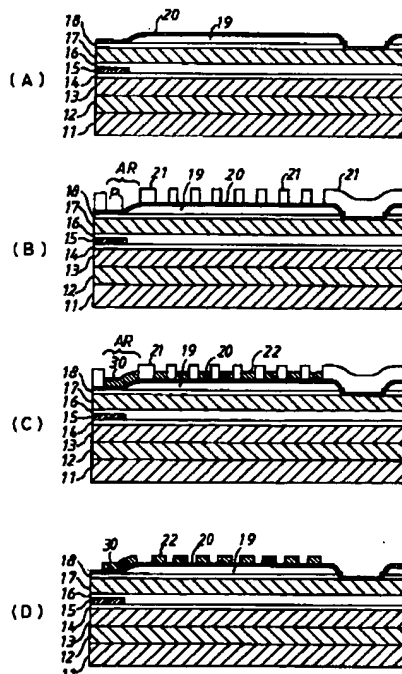
Fターム(参考) 5D033 AA02 BA36 BA41 DA02 DA12
DA31

(54)【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドの製造方法

(57)【要約】

【課題】 スロットハイトの精度を向上し得る薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供すること。

【解決手段】 下コア17及び書き込みギャップ膜18の積層体の上に第1のインシュレータ19を所定形状に形成し、上面にメッキ下地膜20を成膜する。次いで、コイルパターンと、第1のインシュレータ19の端縁であって後にスロットハイトTHを決定することになる部分Pを含む領域ARとを除いた部分にレジスト21を形成する。次に、銅をメッキしてコイル22と被覆体30とを形成し、プラズマエッチング処理を施してメッキ下地膜20を除去する。このとき、領域ARには被覆体30が形成されているので、第1のインシュレータ19の端縁Pが後退しない。これにより、後の研磨加工にて所期のスロットハイトを有する薄膜磁気ヘッドの製造が可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】下部磁性膜からなる下コア、前記下コアに積層された非磁性体からなる書込みギャップ膜、前記書込みギャップ膜の上面に形成された所定形状のインシュレータ、前記インシュレータの上面に形成された所定パターンを有するコイル、及び一端が前記書込みギャップ膜を挟んで前記下コアと対向し他端が前記下コアと接合されてなり、前記コイルが鎖交する磁路を前記下コアとともに構成する上コアを備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法において、

前記インシュレータ及び前記コイルを形成する工程が、前記書込みギャップ膜の上面に前記所定形状のインシュレータを形成する工程と、

前記書込みギャップ膜及び前記インシュレータの上面にメッキ下地膜を成膜する工程と、

前記メッキ下地膜の上面であって前記コイルが形成されるべき領域、及び前記薄膜磁気ヘッドのスロートハイトを決定する前記インシュレータの端縁の上方部分を除いた領域にレジストを形成する工程と、

前記レジストが形成された状態にてコイル材をメッキして前記コイルと前記インシュレータの端縁の上方部分を被覆する被覆体とを形成する工程と、

前記レジストを除去した後に全面にプラズマエッチング処理を施して、前記コイル及び前記被覆体により覆われていない部分の下地膜を除去する工程と、

前記被覆体を除く部分であって前記コイルが形成されている領域にレジストを形成して前記コイルを保護し、この状態にて前記被覆体を選択的に溶解除去する工程とを含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スロートハイトを精度良く設定することができる薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】薄膜磁気ヘッドが有する上コアと下コアは、先端部において書込みギャップを挟んで対向するとともに後方領域において結合され、開ループの磁路を形成している。コイルは、この磁路と鎖交するように、上コアと下コア間にインシュレータ（絶縁層）を介して配設されている。

【0003】この薄膜磁気ヘッドの製造手順について、薄膜磁気ヘッドの縦断面図を示した図11～図15を参照しつつ説明すると、先ず、図11（A）に示したように、アルチック（ Al_2O_3-TiC ）等のスライダ基板11上にアルミナ（ Al_2O_3 ）等の非磁性絶縁膜の保護層12、パーマロイ等の軟磁性膜である下シールド13を積層する。次に、アルミナ等の絶縁膜からなる再生下ギャップ14と、同再生下ギャップ14の上にバイアス磁石膜と電気導電膜とからなる一対のリード（図示省

略）を形成し、磁気抵抗効果素子（MR素子、GMR素子）15を前記一対のリード間に形成する。次いで、磁気抵抗効果素子15、及び再生下ギャップ14の上にアルミナの絶縁膜からなる再生上ギャップ16を成膜し、この再生上ギャップ16の上に上シールド層を兼ねる下コア（下部磁性膜）17を形成する。

【0004】続いて、図11（B）に示したように、下コア17の上にアルミナ或は酸化珪素（ SiO_2 ）等からなる書込みギャップ膜18を形成し、図11（C）に示したように、書込みギャップ膜18の一部を除去する。次に、図11（D）に示したように、第1のインシュレータ19をレジスト塗布、パターンカット、加熱フロー等の工程を介して形成する。この第1のインシュレータ19の位置により、書込みギャップ位置が決定される。換言すれば、予定される書込みギャップの端縁が、第1のインシュレータ19の端縁（第1のインシュレータ19が書込みギャップ膜18から立上がり始める位置）Pと一致するように、同第1のインシュレータ19を形成する。なお、書込みギャップ膜18が除去されている部分には第1のインシュレータ19を形成させないようにしておく。

【0005】次に、図12（A）に示したように、全面にコイル形成のためのメッキ下地膜20を蒸着或はスパッタ等により堆積する。メッキ下地膜20としては、通常は銅（Cu）を用いる。その後、図12（B）に示したように、コイルパターンが除去されたレジスト21を形成し、図12（C）に示したように、銅をメッキし、次いでレジスト21を除去することにより、図12（D）に示したようなコイル22を形成する。

【0006】次に、図13（A）に示したように、プラズマエッチング処理を全面に施してメッキ下地膜20を除去する。次いで、全面にレジストを塗布した後に同レジストをパターンカットし、更に加熱溶融（レジストフロー）を施すことにより、図13（B）に示したように、コイル22の周囲を覆う第2のインシュレータ23を形成する。

【0007】その後は、図12（A）～図13（B）を用いて説明した工程を繰返す。即ち、図13（C）に示したように全面に下地膜24を堆積し、図13（D）に示したようにレジスト25を形成し、その後、図14（A）に示したようにコイルパターンを部分メッキする。次いで、図14（B）に示したようにレジスト25を除去して2層目のコイル26を形成し、図14（C）に示したようにプラズマエッチング処理によって下地膜24を除去し、図14（D）に示したようにコイル26の周囲を覆う第3のインシュレータ27を形成する。なお、これらの工程は、コイルが1層の場合には省略される。

【0008】次に、図15（A）に示したように、全面に対して上コア下地膜28を成膜した後、レジストの塗

布、パターンカット等により上コア用のフレーム（図示省略）を形成する。その後、このフレームを用いて電気メッキにより上コア29を形成し、更に、不要となったレジスト、下地膜等を除去して図15（B）に示した構造の薄膜磁気ヘッドを得る。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記薄膜磁気ヘッドは、実際には一つのウエハにマトリクス状に多数形成される。ウエハは、その後、複数の薄膜磁気ヘッドを一列に並べたスライダローに切断され、スライダローの状態にて切断面が研磨加工される。研磨の目的は、磁気ヘッドのオーバーライト特性に大きな影響を及ぼすスロートハイトTHを、所望の値に調整することにある。かかる研磨は、 $\pm 0.1 \mu\text{m}$ の精度が要求されるため、例えば、スロートハイトに応じて変化する磁気抵抗効果素子15の抵抗値（素子15のトラック幅方向に直交する奥行方向の長さLを示す。）を計測しながら行われる。

【0010】しかしながら、上記従来の製造手順によると、メッキ下地膜20、24の除去をプラズマエッチングにより行うため、磁気ヘッド先端部を拡大して示した図16（A）、（B）から理解されるように、スロートハイトTHを決定する第1のインシュレータ19の端縁Pも同時に削られ、同端縁が点Pから点Q1、Q2へと不確定な距離だけ後退してしまう。このため、磁気抵抗効果素子15の抵抗値が同一であってもスロートハイトTHが異なり、結果として所期のスロートハイトを得ることができないという問題があった。

【0011】一方、こうした点Pの変化を招かないメッキ下地膜20、24の除去方法として、湿式で溶解除去する方法がある。しかしながら、この場合は図17（A）、（B）に示したように、コイル22、26が溶解してコイル断面が小さくなってしまふ（図中の破線がコイル22、26の本来の形状である。）という問題が生じる。また、コイル22、26の根元22a、26a部分にサイドエッチが入り、場合によってはコイル22、26がインシュレータ19、23から遊離した状態となり、磁気ヘッドの信頼性が低下するという問題も生じ得る。

【0012】

【発明の概要（解決手段・作用・効果）】本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その特徴は、下部磁性膜からなる下コアと、下コアに積層された書込みギャップ膜の上面に形成されたインシュレータと、インシュレータの上面に形成された所定パターンを有するコイルと、一端が書込みギャップ膜を挟んで下コアと対向し他端が下コアと接合されてなり、コイルが鎖交する磁路を下コアとともに構成する上コアとを備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記インシュレータ及び前記コイルを形成する工程が、書込みギャップ膜の上面に所定形状のインシュレータを形成する工程と、

書込みギャップ膜及びインシュレータの上面にメッキ下地膜を成膜する工程と、メッキ下地膜の上面であってコイルが形成されるべき領域、及び薄膜磁気ヘッドのスロートハイトを決定するインシュレータの端縁の上方部分を除いた領域にレジストを形成する工程と、レジストが形成された状態にてコイル材をメッキしてコイルと被覆体とを形成する工程と、レジストを除去した後に全面にプラズマエッチング処理を施して、コイル及び被覆体により覆われていない部分の下地膜を除去する工程と、被覆体を除く部分であってコイルが形成されている領域にレジストを形成してコイルを保護し、この状態にて被覆体を選択的に溶解除去する工程とを含んだことにある。

【0013】かかる特徴によれば、スロートハイトを決定する部位となるインシュレータの端縁部分が被覆体にて被覆され、この状態にてプラズマエッチングを施して下地膜を除去するので、前記スロートハイトを決定する部位が移動することがない。また、被覆体は、コイルがレジストにて保護された状態にて選択的に溶解除去されるので、この工程においても前記スロートハイトを決定する部位が移動することがない。従って、その後のスロートハイト調整を正確に行うことができ、精度良く所期のスロートハイトを得ることが可能となる。なお、上記特徴は、被覆体をコイルと同時にメッキにより形成するため、工程を簡素化することも可能となる。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明に係る製造方法の一実施形態について以下に図面を参照して説明する。なお、図1～図6は同実施形態の各工程における個々の薄膜磁気ヘッド（以下、簡単に「磁気ヘッド」という場合がある。）の縦断面図を示している。実際には、かかる磁気ヘッドが単一のウエハ上にマトリクス状（多数かつ整列した状態）に同時に形成される。図7、8は、この工程により製造される磁気ヘッドの要部を模式的に示した図であり、図7は縦断面図、図8は上面図（但し、コイルは一層のみ示し、その上部のインシュレータは省略したもの）である。

【0015】先ず、図1（A）に示したように、アルチック（ $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ ）等のスライダ基板（ウエハ）11にアルミナ（ Al_2O_3 ）等の非磁性絶縁膜の保護層12、及びパーマロイ等の軟磁性膜である下シールド13を積層する。次に、アルミナ等の絶縁膜からなる再生下ギャップ14と、再生下ギャップ14の上にバイアス磁石膜及び電気導電膜からなる一対のリード（図示省略）を形成し、後にウエハ11が切断されて形成される磁気記録媒体対向面Sを臨む位置であって、前記一対のリード間に磁気抵抗効果素子（MR素子、GMR素子）15を形成する。次いで、磁気抵抗効果素子15、及び再生下ギャップ14の上にアルミナ等の絶縁膜からなる再生上ギャップ16を成膜し、この再生上ギャップ16の上に上シールド層を兼ねる下コア（下部磁性膜）17

を形成する。

【0016】続いて、図1(B)に示したように、アルミナ或は酸化珪素(SiO_2)等からなる書込みギャップ膜18を下コア17の上に形成し、図1(C)に示したように、書込みギャップ膜18の一部を除去する。この書込みギャップ膜18を除去する位置は、後に形成される磁気記録媒体対向面Sから同対向面Sに対し垂直方向に所定の距離だけ離れている。ギャップ膜18が除去される形状は略長方形である。

【0017】次に、図1(D)に示したように、第1のインシュレータ(有機絶縁材)19をレジスト塗布、パターンカット、加熱フロー等の工程を経て所定形状に形成する。なお、この第1のインシュレータ19の形成位置により、書込みギャップ位置が決定される。換言すれば、予定される書込みギャップ(下コア17と後に形成される上コアのボール部が書込みギャップ膜18を挟んで対向する部位)の磁気ヘッドの奥行方向(図1～図8における右方向)の端縁に、インシュレータの端縁(インシュレータが書込みギャップ膜18から立上がり始める位置)Pを一致させる。また、第1のインシュレータ19は、書込みギャップ膜18が除去されている部分には形成されないように形成する。

【0018】なお、上記においては書込みギャップ膜18の一部を第1のインシュレータ19の形成に先だって除去したが、書込みギャップ膜18を全面に形成した後、書込みギャップ膜18の除去すべき部分に対応する部分が除去されたパターンを有する第1のインシュレータ19を形成し、その後に書込みギャップ膜18の一部を除去するようにしてもよい。

【0019】次に、図2(A)に示したように、全面にコイル形成のためのメッキ下地膜20を蒸着或はスパッタ等により堆積する。メッキ下地膜20としては、通常はコイル材である銅(Cu)を用いる。以上の工程までは、従来の工程と同じである。

【0020】次いで、図2(B)に示したように、所定のコイルパターン(コイルパターンについては図8も参照)を有するレジスト21を形成する。即ち、第1のインシュレータ19の上部を並行に通過するコイルパターンを有するコイルが後のメッキ工程にて形成されるように、同コイルパターンを除いた部分にレジスト21を形成する。このとき、第1のインシュレータ19の前記端縁Pを含む領域(スロートハイト位置決め部を含む領域)ARにはレジスト21が形成されないように同レジスト21をパターンカットする。

【0021】次に、メッキ下地膜20とレジスト21を使用してコイル材、例えば、銅をメッキする。これにより、図2(C)に示したように、レジスト21で被覆されておらずメッキ下地膜20が露出している部分に銅がメッキされ、コイルパターンを有するコイル22が形成されるとともに、前述した領域ARに被覆体(先端保護

メッキ膜)30が形成される。その後、レジスト21を除去して、図2(D)に示したようなコイル22と被覆体30を得る。

【0022】次に、図3(A)に示したように、プラズマエッチング(プラズマ状態のアルゴンを照射してミリングする)処理を施して全面を均一にエッチングし、これによりメッキ下地膜20を除去する。このとき、領域ARは被覆体30により保護されているので、第1のインシュレータ19の端縁Pが後退(磁気ヘッドの奥行方向への移動=図3における右方向への移動)することがなく、また第1のインシュレータ19の端縁P近傍の斜面が荒れることがない。

【0023】次いで、図3(B)に示したように、領域AR(従って、被覆体30)は被覆せず、コイル22が形成されている部分のみを被覆するようなパターンを有するコイル保護レジスト31を形成し、図3(C)に示したように、銅を選択的にエッチングするがコイル保護レジスト31を浸食することのない溶液を用いて被覆体30を除去する。この溶液は、例えば、硫酸に塩化アンモニウムを加えたもの、或は硫酸セリウムアンモンの溶液等であり、有機物であるレジスト、或は書込みギャップ膜18に使用されるアルミナ又は酸化珪素等には全く影響を及ぼさない。

【0024】続いて、図3(D)に示したように、アセトン等の有機溶媒を用いてコイル保護レジスト31を除去する。なお、第1のインシュレータ19を形成しているレジストは、既に加熱フロー処理が施されているため、アセトン等の有機溶媒に溶解しないが、コイル保護レジストは加熱フロー処理が施されていないため、同溶媒に簡単に溶解され除去される。

【0025】次いで、2層目のコイルを形成するため全面にレジストを塗布し、このレジストを第1のインシュレータ19の上面であり、且つコイル22を覆うようにパターンカットした後に加熱フロー処理を施し、図4(A)に示したように、第2のインシュレータ23を形成する。

【0026】その後は、図2(A)～図3(B)を用いて説明した工程を繰返す。即ち、図4(B)に示したように全面に下地膜24を堆積し、図4(C)に示したように、コイルパターンが除去されたレジスト25を形成する。なお、この場合においても、第1のインシュレータ19の端部を含む領域ARにはレジスト25が存在しないようレジスト25をカットする。

【0027】次に、図4(D)に示したように、銅をメッキする。これにより、レジスト25で被覆されておらず下地膜24が露出している部分に銅がメッキされ、コイル26が形成されるとともに領域ARにも銅がメッキされて被覆体(先端保護メッキ膜)32が形成される。その後、レジスト25を除去することにより、図5(A)に示したような2層目のコイル26と被覆体32

【0028】次に、ウエハの全面にプラズマエッチング処理を施して均一にエッチングし、図5（B）に示したように、下地膜24を除去する。このとき、領域ARは被覆体32により保護されているので、第1のインシュレータ19の端縁Pが後退することがなく、また第1のインシュレータ19の端縁P近傍の斜面、及びこの斜面に続く第2のインシュレータ23の斜面が荒れることがない。

【0030】続いて、アセトン等の有機溶媒を用いてコイル保護レジスト33を除去し、図6(A)に示した状態を得る。なお、インシュレータ19、23を形成しているレジストは、既に加熱フロー処理が施されているため、アセトン等の有機溶媒に溶解しない。次いで、第2のインシュレータ23の上面であってコイル26を覆うように、レジストを塗布・パターンカットした後に加熱フロー処理を施し、図6(B)に示したように、第3のインシュレータ27を形成する。

【0032】その後、ウエハは複数の薄膜磁気ヘッドを一列に並べたスライダローの状態に切断され、同状態にて切断面S（図8に一点鎖線にて示した磁気記録媒体対向面）が研磨されてスロートハイトTHの調整が行われる。この研磨加工においては、図7に示した磁気抵抗効果素子15の切断面Sからの距離Lを表す同素子15の 50

【0033】以上の工程を経て製造された磁気ヘッドは、非常に精度の高いスロートハイトTHを有している。図9は、このことを実験により確認した結果を示している。図9の横軸は、磁気抵抗効果素子15のトラック幅方向の抵抗値R、縦軸はスロートハイトTHの実測値であり、破線で示した曲線Aは理想状態を示している。また、曲線Bは本実施形態により製造した磁気ヘッド、曲線C、Dは従来の製造方法（下地膜の除去をプラズマエッチングにより行うもの）により製造した磁気ヘッドにおける抵抗値RとスロートハイトTHの実測値の関係を示している。

【0035】一方、図10は、本実施形態により製造された磁気ヘッドと湿式溶解処理により下地膜を除去する従来の製造方法により製造された磁気ヘッドのコイル抵抗の分布を示している。図10から明らかなように、本実施形態による磁気ヘッドは湿式溶解処理による磁気ヘッドよりもコイル抵抗値のバラツキが小さいことが解る。これは、本実施形態によれば、湿式溶解処理のようにコイル根元にサイドエッチングが発生したり、コイル全体が浸食されることがない事によるものである。

【0037】なお、係るスロートハイトモニタは、図8においてスロートハイトモニタTHmとして示したものであって、第1のインシュレータ19と同時にウエハ上の適所に複数個作り込まれる。より具体的には、スロートハイトモニタTHmの各々は、第1のインシュレータ19の端縁Pと所定の位置関係を有するように製造され、その位置がその後のプロセスにて変化しないように

メッキ等により被覆されるものである。そして、研磨加工によるスロートハイトTHの調整時においては、所定のスロートハイトモニタTHmが研磨表面に現れたか否かが確認され、所定のスロートハイトモニタTHmが現れた時点でスロートハイトTHが所定値になったものとみなして研磨を終了するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の薄膜磁気ヘッドの製造工程を示す図である。

【図2】 本発明の薄膜磁気ヘッドの製造工程を示す図である。

【図3】 本発明の薄膜磁気ヘッドの製造工程を示す図である。

【図4】 本発明の薄膜磁気ヘッドの製造工程を示す図である。

【図5】 本発明の薄膜磁気ヘッドの製造工程を示す図である。

【図6】 本発明の薄膜磁気ヘッドの製造工程を示す図である。

【図7】 本発明の製造工程により製造された薄膜磁気ヘッドの縦断面図である。

【図8】 本発明の製造工程によりウエハ上に製造された薄膜磁気ヘッドの上面図である。

【図9】 本発明及びメッキ下地膜の除去にプラズマエッチングを採用した従来の製造方法により製造された薄膜磁気ヘッドにおける、磁気抵抗効果素子の抵抗値とスロートハイトの実測値との関係を示す図である。

【図10】 本発明及びメッキ下地膜の除去に湿式溶解方式を採用した従来の製造方法により製造された薄膜磁

気ヘッドにおける、コイルの抵抗値の分布を示す図である。

【図11】 薄膜磁気ヘッドの従来の製造工程を示す図である。

【図12】 薄膜磁気ヘッドの従来の製造工程を示す図である。

【図13】 薄膜磁気ヘッドの従来の製造工程を示す図である。

【図14】 薄膜磁気ヘッドの従来の製造工程を示す図である。

【図15】 薄膜磁気ヘッドの従来の製造工程を示す図である。

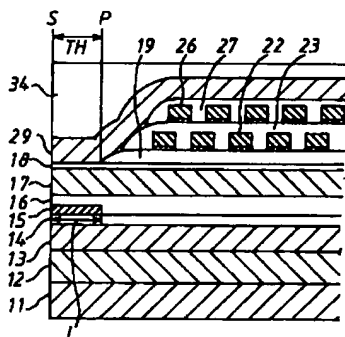
【図16】 下地膜の除去にプラズマエッチングを採用した従来の製造方法により製造された薄膜磁気ヘッドの要部拡大図である。

【図17】 下地膜の除去に湿式溶解方式を採用した従来の製造方法により製造された薄膜磁気ヘッドの要部拡大図である。

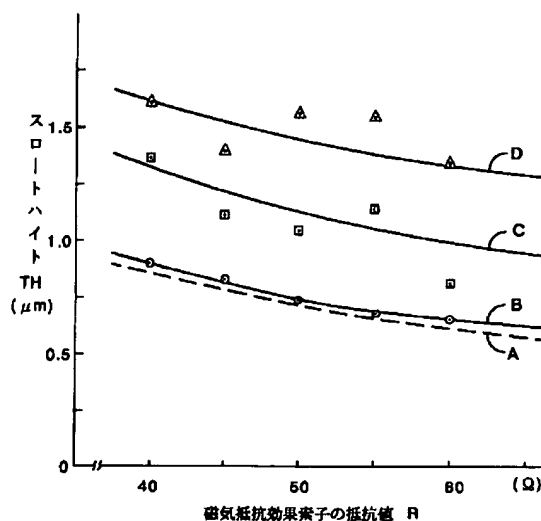
【符号の説明】

11…スライダ基板、12…保護層、13…下シールド、14…再生下ギャップ、15…磁気抵抗効果素子、16…再生上ギャップ、17…下コア（下部磁性膜）、18…書き込みギャップ膜、19…第1のインシュレータ、20…下地膜、21…レジスト、22…コイル、23…第2のインシュレータ、25…レジスト、26…コイル（2層目）、27…第3のインシュレータ、29…上コア（上部磁性膜）、30…被覆体、31…コイル保護レジスト、32…被覆体、33…コイル保護レジスト、34…保護膜。

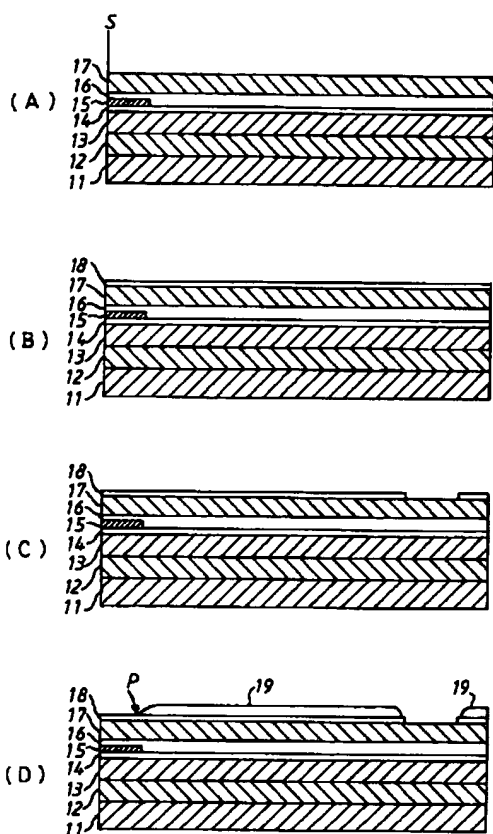
【図7】



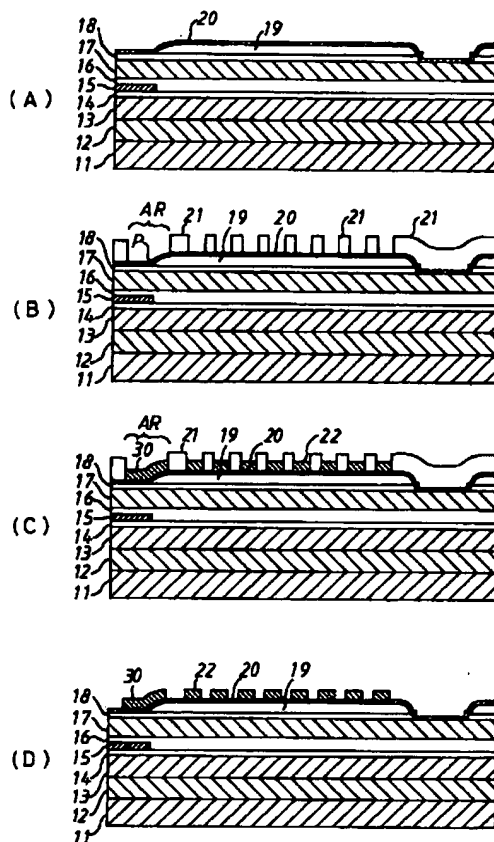
【図9】



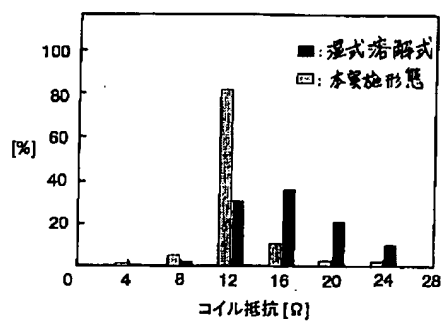
【図1】



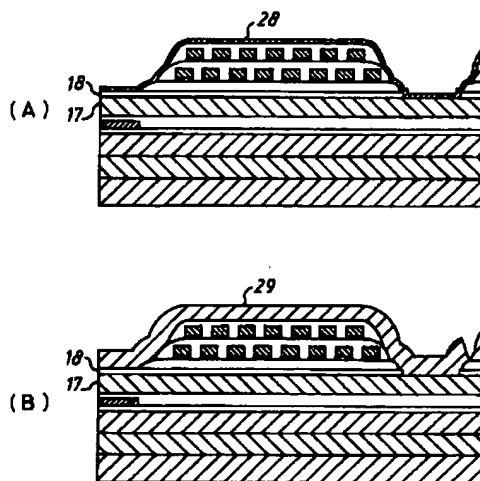
【図2】



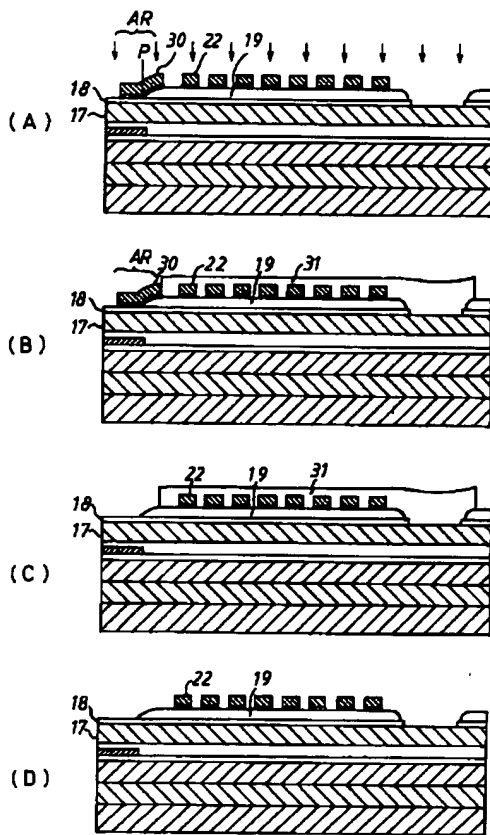
【図10】



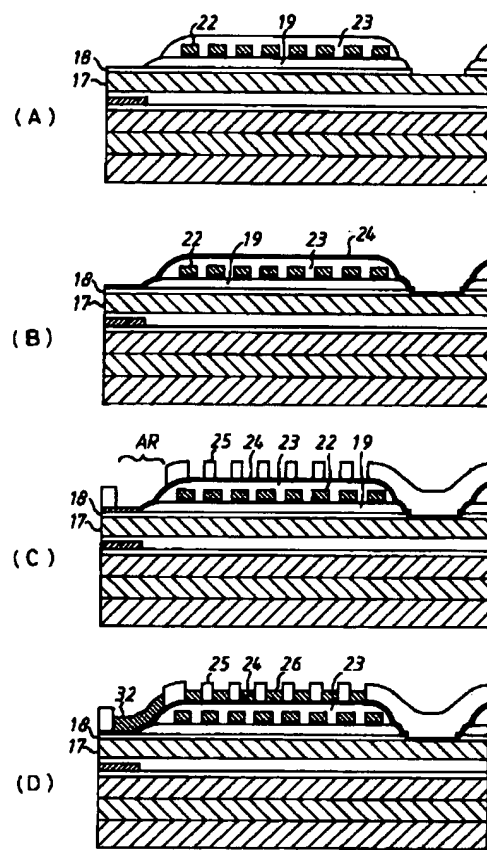
【図15】



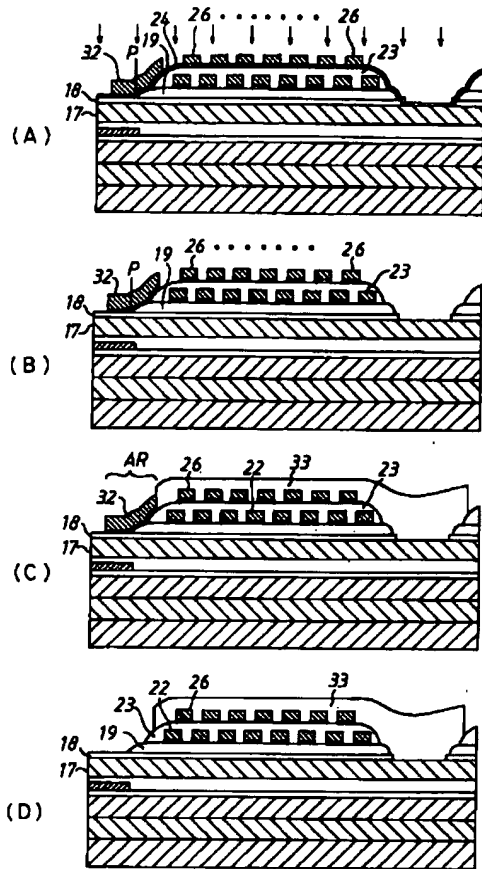
【図3】



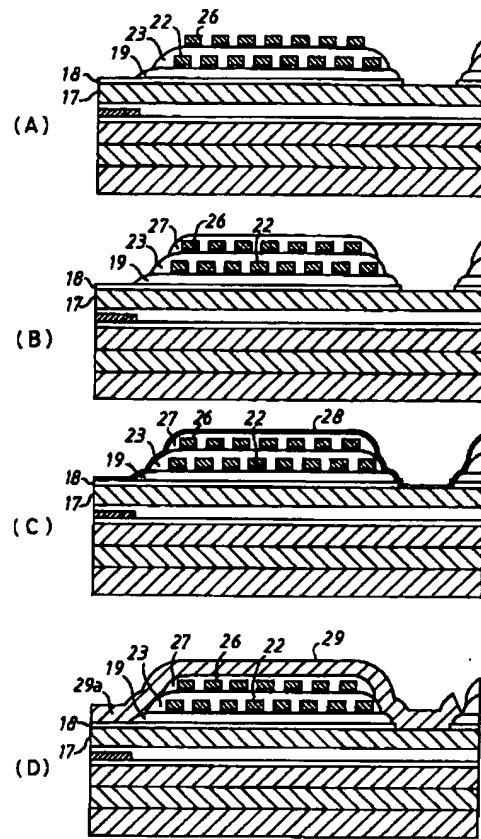
【図4】



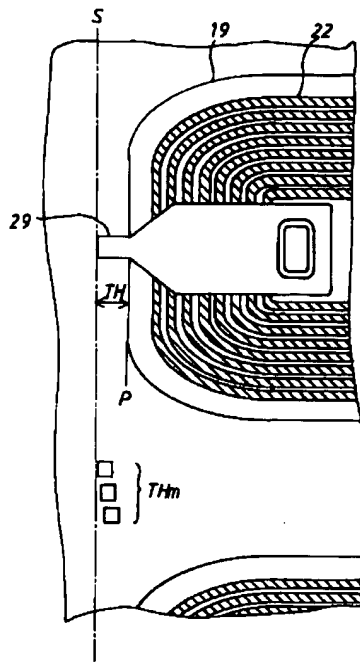
【図5】



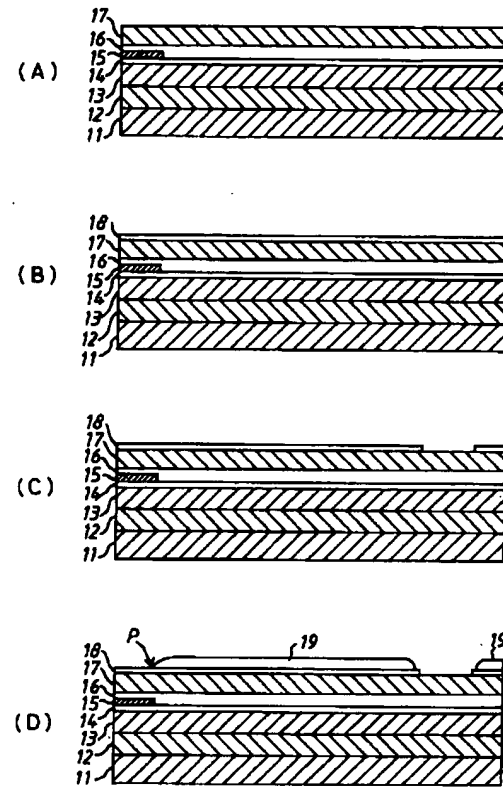
【図6】



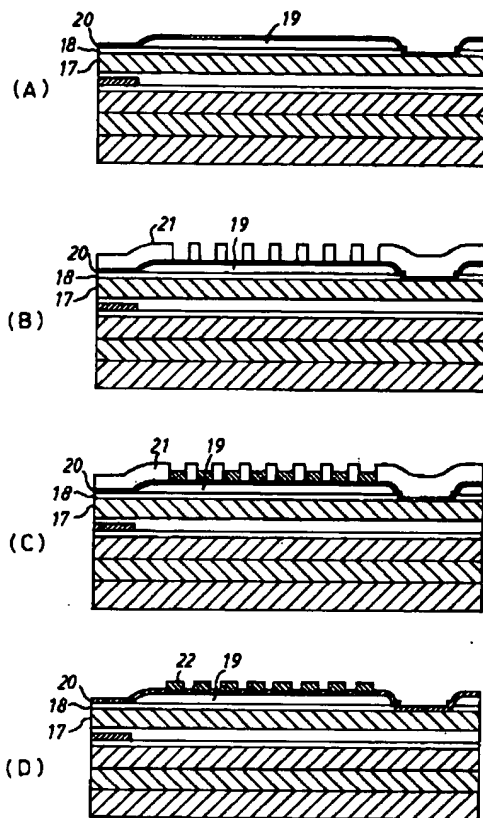
【図8】



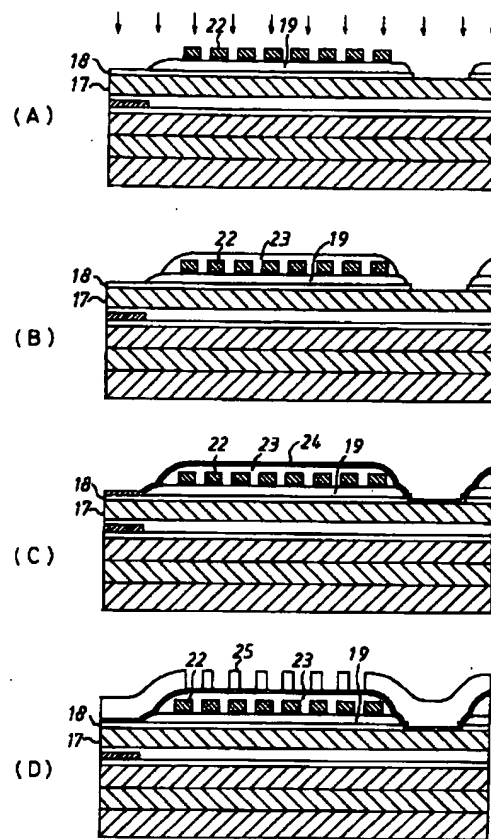
【図11】



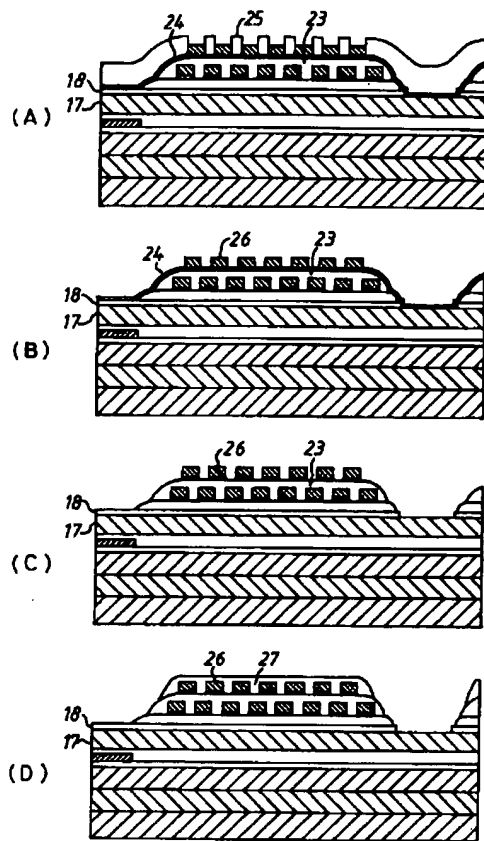
【図12】



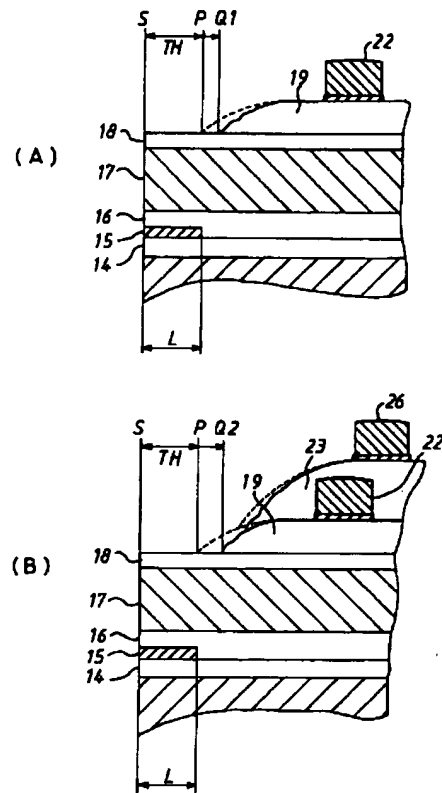
【図13】



【図14】



【図16】



【図17】

